

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 43 00 889 C 1

51 Int. Cl. 5:  
F 16 J 9/12  
F 16 J 15/32

21 Aktenzeichen: P 43 00 889.5-12  
22 Anmeldetag: 15. 1. 93  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 25. 8. 94

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Müller, Heinz Konrad, Prof. Dr.-Ing., 71336  
Waiblingen, DE

72 Erfinder:

Frenzel, Ulrich, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE; Müller,  
Heinz K., Prof. Dr.-Ing., 7050 Waiblingen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

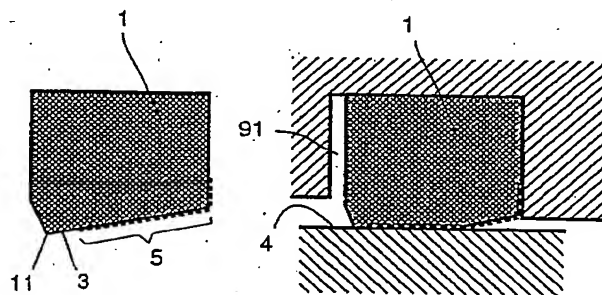
DE-OS 20 23 675

H.U. MÜLLER: »Abdichtung bewegter Maschinen-  
teile, Medienverlag U. Müller, Waiblingen 1990,  
ISBN 3-920484-00-2;

H.U. MÜLLER: »Konstruktionselemente mit un-  
gewöhnlichen Reibungszahlen«, in: Tribologie und  
Schmierungstechnik 30, H3, S.76-81;  
Firmendruckschrift »Merkel-Dichtelemente«,  
Compact-Stangendichtung, Maßreihe S.39, Martin  
Merkel GmbH & Co KG, Hamburg, April 1987, S.51;

54 Dichtring für hydraulische Kolben oder Kolbenstangen

57 Bekannte Dichtringe für hydraulische Kolben oder Kolben-  
stangen aus Elastomer weisen in der Regel glatte Rückenflä-  
chen auf, die sich unter Druck an die Gegendichtfläche  
anlegen, dadurch hohe Reibung erzeugen und zudem beim  
Einfahren einer Kolbenstange in den Flüssigkeitsraum den  
Schmierfilm abstreifen und somit Leakage verursachen.  
Der Dichtring (1) hat in einem Teilbereich (5) seiner die  
Gleitfläche (4) des Kolbens oder der Kolbenstange berühren-  
den Rückenfläche eine Vielzahl kleiner Rauheitserhebungen,  
vorzugsweise in Form von Kuppen, die aus der verhältnismä-  
ßig glatten Rückenfläche herausragen. Die zwischen den  
Rauheitserhebungen und der Gleitfläche verbleibenden,  
flüssigkeitsgefüllten Hohlräume begünstigen in Verbindung  
mit einer verhältnismäßig glatten Zone (3) in der Nähe der  
Dichtkante (11) den von der axialbewegten Gleitfläche  
erzeugten Rücktransport von Flüssigkeit in den abzudichten-  
den Raum (91) und verbessern dadurch die dynamische  
Dichtheit. Zugleich wird die effektive Berührfläche und  
damit die Haft- und Gleitreibung im Vergleich zu Dichtringen  
mit durchweg glatter Rückenfläche wesentlich verringert.  
Der Dichtring eignet sich zur reibungsarmen und weitge-  
hend leakagefreien Abdichtung von Kolben und Kolbenstan-  
gen hydraulischer Geräte.



DE 43 00 889 C 1

DE 43 00 889 C 1

Die Erfindung betrifft einen Dichtring für hydraulische Kolben oder Kolbenstangen aus Elastomer-Werkstoff mit einer ringförmigen Dichtkante und einer zwischen der Dichtkante und einer niederdruckseitigen Anlagefläche angeordneten Rückenfläche, wobei die Dichtkante und mindestens ein Teil der Rückenfläche die relativ zum Dichtring axial bewegbare zylindrische Gleitfläche des Kolbens oder der Kolbenstange berühren und mindestens ein Teilbereich der Rückenfläche rau ist. Die Rauheit besteht entweder aus Kuppen, wobei jede Kuppe sich innerhalb einer die Rückenfläche annähernd am Kuppenrand schneidenden, kugelförmigen Hüllfläche befindet, deren Durchmesser zwischen 30 und 400 Mikrometer beträgt, wobei die Höhe, um die jede Kuppe aus dem mittleren Profil der Rückenfläche herausragt, mindestens 20 Mikrometer beträgt und der Abstand zwischen den Hüllflächen benachbarter Kuppen eben so groß bis dreimal so groß ist wie der Durchmesser der kleinsten angrenzenden Hüllfläche, oder aus unregelmäßigen Rauheitserhebungen deren gemäß VDI-Richtlinie 3400 definierte Rauheit eine Klasse mit mindestens dem Wert 25 aufweist. Der im folgenden als "die Rauhzone" bezeichnete, Kuppen oder unregelmäßige Rauheitserhebungen aufweisende Teilbereich der Rückenfläche ist demgemäß wesentlich rauher als die nach dem Stand der Technik glatten Rückenflächen von Elastomer-Dichtringen.

Von Hydraulikdichtungen wird gefordert, daß sie unter allen Betriebsbedingungen dicht sind, wenig Reibung aufweisen, möglichst keine Ruckgleitbewegungen (Stick-Slip) verursachen und mit möglichst geringem wirtschaftlichem Aufwand herstellbar sind. Weil Elastomere verhältnismäßig billige Dichtungswerkstoffe sind und Elastomer-Dichtringe als Spritzgußteile oder als Preßteile gefertigt werden können, sind sie, vor allem bei großen Stückzahlen, im Vergleich zu Dichtungen aus verstärktem Polytetrafluorethylen wesentlich preisgünstiger. Deshalb werden zur Abdichtung von Kolben oder Kolbenstangen in hydraulischen Geräten häufig Dichtringe aus Elastomer-Werkstoffen, hauptsächlich aus Polyurethan verwendet. Nachteile der nach dem Stand der Technik gestalteten Elastomer-Dichtringe sind ihre Adhäsivität und die daraus resultierende hohe Reibung sowie ihre oft ungenügende dynamische Dichtigkeit infolge einer deformationsbedingten Behinderung des Rücktransports von Flüssigkeit in den abzudichtenden Raum.

Die Forderung nach statischer Dichtigkeit, das heißt Dichtigkeit bei relativ zum Kolben oder zur Kolbenstange nicht bewegtem Dichtring, wird praktisch von allen handelsüblichen Dichtringen zufriedenstellend erfüllt. Die wesentlichen Voraussetzungen hierfür, nämlich eine verhältnismäßig glatte Dichtkante die an eine ebenfalls glatte Gleitfläche angepreßt wird, ist Stand der Technik. Hingegen ist es oft problematisch, eine leckagefreie Abdichtung zu erreichen, wenn die vom Dichtring berührte Gleitfläche (bei einer Stangendichtung die Stangenoberfläche oder bei einer Kolbendichtung die Hohlzylinderfläche) sich relativ zum Dichtring axial bewegt. In diesem Fall bildet sich durch elastohydrodynamische Schmierwirkung zwischen dem Dichtring und der relativ zu ihm bewegten Gleitfläche grundsätzlich eine dünne Flüssigkeitsschicht. Diese Flüssigkeitsschicht wird somit zunächst aus dem abzudichtenden Raum hinausgeschleppt. Ob dadurch Leckage entsteht, hängt davon ab, ob bei der hin- und hergehenden Bewegung des

Kolbens beziehungsweise der Kolbenstange die hinausgeschleppte Flüssigkeit bei jeweils umgekehrter Bewegungsrichtung wieder vollständig durch den Spalt zwischen Dichtring und Gleitfläche hindurch in den abzudichtenden Raum zurücktransportiert wird. Nach dem Stand der Technik müssen hierzu bestimmte Anforderungen an den Verlauf der Flächenpressung in der Berührzone zwischen Dichtring und Gleitfläche gestellt werden (/1/S. 159—162). Da nur bei der Abdichtung einer aus einem hydraulischen Gerät in die Umgebung hinausragenden Kolbenstange die Leckage umweltbeeinträchtigend in Erscheinung tritt, ist es vor allem bei Kolbenstangendichtungen wichtig, daß im Betrieb dynamische Dichtigkeit erreicht wird. Zu diesem Zweck werden nach dem Stand der Technik elastische Dichtringe verwendet, bei denen die Dichtflächenpressung an demjenigen Ende der Berührzone, das an den abzudichtenden Raum begrenzt, möglichst steil ansteigt, und am anderen Ende möglichst flach abfällt. Der steile Anstieg wird nach dem Stand der Technik mittels einer am elastischen Dichtring angeformten asymmetrischen Dichtkante erreicht, die bei der radialen Anpressung des Dichtrings an die Gleitfläche abgeplattet wird. Der niederdruckseitige, verhältnismäßig flache Abfall der Pressung wird nach dem Stand der Technik verwirklicht, indem zwischen der Dichtkante und einer niederdruckseitigen, in der Regel radial ebenen, Anlagefläche des Dichtrings eine Rückenfläche angeordnet ist, die in der Regel einen kegeligen Bereich aufweist, der bei niederem Druck der abgedichteten Flüssigkeit nur teilweise an der Gleitfläche anliegt, sich aber bei ansteigendem Druck zunehmend an die Zylinderfläche anlegt (/1/S. 164, 166). Bei hohem Druck entstehen jedoch oft für den Rücktransport der Flüssigkeit ungünstige Bedingungen, wenn, bei bereits vollständig an der Gleitfläche anliegender Rückenfläche des Dichtrings, der Pressungsabfall am niederdruckseitigen Ende der Berührzone sehr steil ist. Gezielte Untersuchungen der Erfinder haben gezeigt, daß unter diesen Umständen der Rücktransport der Flüssigkeit besonders dann stark behindert ist, wenn die Rückenfläche sehr glatt ist und dadurch auch im mikroskopischen Maßstab nahezu überall an der Gleitfläche anliegt. Dies wird dadurch erklärt, daß unter diesen Bedingungen die an sich erwünschte hydrodynamische Schmierfilmbildung beim Zurückfahren der Kolbenstange in den abzudichtenden Raum erheblich eingeschränkt ist. Die an der Gleitfläche haftende Flüssigkeit wird in diesem Fall nicht in den abzudichtenden Raum zurücktransportiert sondern zum großen Teil abgestreift. Auf diese Weise kann ein erheblicher Leckverlust entstehen.

Der mit der Relativbewegung zwischen Gleitfläche und Dichtring verbundene Reibungswiderstand ist um so größer, je größer die sich gegenseitig berührenden Flächen des Dichtrings beziehungsweise der Gleitfläche sind. Bei steigendem Flüssigkeitsdruck nimmt die Reibung aus zwei Gründen zu. Einerseits wächst die tatsächliche Berührfläche wegen der mit der Anpreßkraft zunehmenden Anpassung der mikroskopischen Unebenheiten des Dichtrings und der Gleitfläche. Dadurch nimmt die Anzahl der wechselwirkenden Atome der Dichtflächen zu (van-der Waals-Kräfte), was gleichbedeutend mit einer Zunahme der Reibung ist. Die auf diesen Effekt zurückzuführende Zunahme der Reibung ist bei Elastomer-Dichtringen verhältnismäßig gering, weil solche Dichtringe mit Rücksicht auf die Herstellung in Spritz- oder Preßformen, mit sehr glatter Oberfläche hergestellt werden. Jedoch sind wegen der glatten

Dichtflächen und der Adhäsivität dieser Werkstoffe die flächenbezogenen Reibungskräfte auch bei geringem Anpreßdruck bereits verhältnismäßig hoch. Andererseits erhöht sich bei steigendem Flüssigkeitsdruck der Axial Schub auf die elastische Dichtung, dabei wird sie radial stärker verformt und die bei niederem Druck noch nicht an der Gleitfläche anliegende Teile der Rückenfläche des Dichtrings kommen zur Anlage. Deshalb beobachtet man bei Dichtringen eine mit dem Flüssigkeitsdruck zunächst stark zunehmende Reibung. Wenn schließlich bei hohem Druck die ganze Rückenfläche des Dichtrings an der Gleitfläche anliegt und die mikroskopischen Unebenheiten aneinander angepaßt sind, nimmt die Reibung bei weiter steigenden Flüssigkeitsdruck nur noch unwesentlich zu.

In der DE-OS 20 23 675/21 sind Maßnahmen zur Reibungsminderung von geschmiert aufeinander gleitenden Dichtflächen von rotierenden Maschinenteilen (Wellendichtungen) beschrieben. Dazu wird vorgeschlagen, die harte Gleitfläche der Welle mit einer Vielzahl von dicht nebeneinanderliegenden, im wesentlichen dreieckigen, durch Vertiefungen voneinander getrennten Unebenheiten zu versehen. Der Bereich der Gleitfläche, auf dem sich diese Unebenheiten befinden, erstreckt sich vom abzudichtenden Raum unter der Berührfläche der Dichtung hindurch bis zur Außenseite der Dichtung. Damit ist jedoch zunächst die statische Dichtigkeit in Frage gestellt, da sich die Dichtkante des Dichtrings nicht mehr völlig dichtend an die Gleitfläche anschmiegen kann. Zudem versagt eine derartige Dichtung bei geringer Gleitgeschwindigkeit oder bei zeitweiligem Schmierstoffmangel dadurch, daß die dreieckförmigen Unebenheiten der harten Wellenoberfläche den weichen Dichtring verschleifen und zerstören.

Wegen dieser Nachteile konnten sich die in der DE-OS 20 23 675 vorgeschlagenen Merkmale in der Praxis nicht durchsetzen.

Eine weitere bekannte Maßnahme zur Reibungsminderung ist die sogenannte "X-sel-Beschichtung" /3/. Sie besteht aus kraterartigen, wenige Mikrometer tiefen Taschen, die sich in einer nachträglich auf fertige Elastomerdichtungen aufgespritzten Schicht aus Polyurethan befinden. In diesen Taschen lagert sich Schmiermittel ein. Dadurch wird vor allem die Losbrechkraft, das heißt, die infolge der Haftreibung erforderliche Kraft zum Einleiten einer Gleitbewegung vermindert.

Um bei hydraulischen Kolben- oder Stangendichtungen den Anstieg der Reibung mit dem Flüssigkeitsdruck zu mildern gibt es nach dem Stand der Technik Dichtringe, die auf der Rückenfläche eine umlaufende, wulstartige Erhöhung aufweisen. Bei diesen auch als Doppelkantenringe bezeichneten Dichtringen kann sich bei hohem Druck wegen der Stützwirkung des Wulstes nicht die ganze Rückenfläche an die Gleitfläche anlegen und die Reibung ist demgemäß etwas geringer. Zugleich behindert aber der Wulst zumindest bei höherem Druck die Rückförderung auf ähnliche Weise wie eine ganz anliegende Rückenfläche. Auch kann sich durch Schleppströmung zwischen der Dichtkante und einem zweiten an der Gleitfläche anliegenden Ringwulst ein die dynamische Dichtwirkung störender Flüssigkeitsdruck aufbauen. Experimente der Erfinder zeigten, daß die dynamische Dichtwirkung von Doppelkantenringen oft noch schlechter ist als die der herkömmlichen Dichtringe mit glattem Rücken und einer einzigen Dichtkante.

Weiterhin sind Stangendichtungen bekannt /4/, die zum Zweck der Verminderung der Reibung im mittleren Bereich der Rückenfläche pyramidenförmige, mehr

als 0,5 Millimeter aus der Rückenfläche herausragende Erhöhungen aufweisen. Aufgrund ihrer Formgebung werden die verhältnismäßig hohen und steilen Erhebungen dieser Dichtungen im Kontakt mit der Gleitfläche nur geringfügig abgeplattet, wodurch in den Bereichen zwischen den Erhebungen ein verhältnismäßig großer Spalt erhalten bleibt. Im Vergleich zu Dichtringen mit glatter Rückenfläche zeigten solche Dichtungen in der Praxis eine erheblich größere dynamische Leckage. Sie konnten sich deshalb in der Praxis nicht durchsetzen.

Die genannten Nachteile herkömmlicher Elastomer-Dichtringe, nämlich eine auf eine Behinderung der Rückförderwirkung zurückzuführende Leckage als auch die verhältnismäßig hohe Reibung werden erfindungsgemäß durch ein und dieselbe Maßnahme beseitigt, nämlich einer Vielzahl von kleinen, auf der Rückenfläche des Elastomer-Dichtrings verteilten, aus dem Werkstoff des Dichtrings bestehenden und mit diesem innig verbundenen Rauheitserhebungen. Der zu dieser Maßnahme führende Erfindungsgedanke wird nachfolgend erläutert.

Es ist bekannt, daß der Rücktransport von Flüssigkeit in den abzudichtenden Raum besonders begünstigt wird, wenn die Rückenfläche mit der Gleitfläche außerhalb des niederdruckseitigen Endes der Dichtfläche einen sehr flachen Keilspalt bildet (/1/, S. 165). Dies ist deshalb der Fall, weil die von der Gleitfläche in diesen Keilspalt hineingeschleppte Flüssigkeit, wie bei einem Gleitlager, hydrodynamisch eine Druckerhöhung erfährt. Diese Wirkung versagt jedoch, sobald der Keilspalt beim vollständigen Anliegen der Rückenfläche verschwunden ist. Andererseits ist aber bekannt, daß der Druck einer Flüssigkeit auch dann zunimmt, wenn sie durch eine bewegte Wand in einen an sich beliebig geformten, jedoch an seinem Ende abgeschlossenen Hohlraum hineingeschleppt wird (vgl. z. B. /1/, S. 25). Aus dieser Überlegung resultierte der erfinderische Gedanke, bei einem Elastomer-Dichtring einen die Rückförderung begünstigenden hydrodynamischen Druck zu erzeugen, indem am Umfang verteilte, zum Niederruckraum hin offene, in die Berührzone zwischen Gleitfläche und Dichtring hinein sich erstreckende, jedoch zum abzudichtenden Raum hin abgeschlossene Hohlräume geschaffen werden. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß einerseits ein Teilbereich der Rückenfläche des Dichtrings (hier als Rauzone bezeichnet) eine Vielzahl kleiner Erhebungen aufweist, die verhindern, daß die elastische Rückenfläche sich im praktischen Betrieb überall völlig an die Gleitfläche anschmiegt, jedoch andererseits im Bereich der anliegenden Dichtkante eine dichte Schmiegung beibehalten wird. Die von der Stützwirkung der Rauheitserhebungen erzeugten Hohlräume werden, wegen der Nachgiebigkeit der Rauheitserhebungen und weil die zwischen den Erhebungen eingelagerte Flüssigkeit abfließen kann, in erwünschter Weise kleiner wenn der Flüssigkeitsdruck im abzudichtenden Raum ansteigt und dabei die radiale Anpressung des Dichtrings zunimmt. Je kleiner die Hohlräume sind, desto größer wird der Druck in diesen Hohlräumen, wenn die Gleitfläche Flüssigkeit in sie hineinschleppt. Dieser Druck wird an der Dichtkante schließlich groß genug, um diese, während der Gleitbewegung, geringfügig abzuheben und damit den Rücktransport von Flüssigkeit in den abzudichtenden Raum zu bewirken.

Bei den Dichtringen nach /4/ bildet sich in den Räumen zwischen den verhältnismäßig hohen und steilen pyramidenförmigen Erhebungen offensichtlich ein so großer Spalt, daß bei diesen Dichtungen der für die

Rückförderwirkung erforderliche Schleppdruck nicht in ausreichendem Maß entstehen kann. Zugleich entlasten die großen pyramidenförmigen Erhebungen die Dichtkante bereits so stark, daß sich beim Ausfahren der Stange ein dicker Schmierfilm bildet. Im Vergleich zu Dichtringen mit glatter Rückenfläche zeigten deshalb die Dichtungen nach /4/ eine erheblich größere dynamische Leckage. Sie sind deshalb wieder vom Markt verschwunden.

Bei erfindungsgemäßen Dichtringen werden die Form der Rauheitserhebungen und ihre Abstände untereinander in Abhängigkeit von der Härte des verwendeten Elastomers so abgestimmt, daß die Rauzone auch beim höchsten Betriebsdruck der abzudichtenden Flüssigkeit nicht völlig eingeebnet wird, jedoch in den Bereichen zwischen den Rauheitserhebungen ein möglichst enger Spalt zwischen der Rückenfläche des Dichtrings und der Gleitfläche entsteht. Vorzugsweise besteht die Rauzone aus einzelnen kuppenartigen Erhebungen, die aus dem mittleren Profil der im übrigen verhältnismäßig glatten Rückenfläche um eine Höhe H von mindestens 20 Mikrometer herausragen, wobei jede Kuppe sich vorzugsweise innerhalb einer der Rückenfläche annähernd am Kuppenrand schneidenden, kugelförmigen Hüllfläche befindet, deren Durchmesser zwischen 30 und 400 Mikrometer beträgt wobei der Abstand A zwischen zwei benachbarten Hüllflächen jeweils mindestens 20 Mikrometer beträgt. Insbesondere entsteht mit derartigen Kuppen ein günstiges Abdichtverhalten wenn der Elastomer-Dichtring eine Härte im Bereich von 90 bis 98 IRHD gemäß DIN 53 519 aufweist und erfindungsgemäß jede Kuppe sich innerhalb einer der Rückenfläche annähernd am Kuppenrand schneidenden, kugelförmigen Hüllfläche befindet, deren Durchmesser zwischen 200 und 400 Mikrometer beträgt und die Höhe H einer Kuppe annähernd so groß ist wie der Radius ihrer Hüllfläche und der Abstand A ebenso groß bis dreimal so groß ist wie der Durchmesser der kleinsten angrenzenden Hüllfläche. Vorzugsweise haben die Kuppen annähernd die Form von Kugelabschnitten. Vorzugsweise besteht der Dichtring aus dem verschleißfesten Werkstoff Polyurethan, vorzugsweise mit einer Härte im Bereich von 40 bis 70 Shore D gemäß DIN 53 505.

Im Gegensatz zu der Rauheit der X-sel-Beschichtung /3/ weist die Rauzone des erfindungsgemäßen Dichtrings keine Krater auf, so daß sich im Gegensatz zur X-sel-Beschichtung beim erfindungsgemäßen Dichtring im Bereich der Rauzone zwischen abgeplatteten Kraterändern in sich geschlossene Kavernen nicht bilden können. Im Gegensatz zur Rauheitsstruktur des erfindungsgemäßen Dichtrings behindern die wabenartig aneinander angrenzenden Kavernen der X-sel-Beschichtung zudem auch die den Rücktransport begünstigende hydrodynamische Druckerzeugung. Weiterhin sind flüssigkeitsgefüllte, in sich geschlossenen Kavernen der X-sel-Beschichtung radial nicht nachgiebig.

Um insbesondere bei einer kegelförmigen Rückenfläche, die zugleich Rauzone ist, zu verhindern, daß die in der Nähe der Dichtkante angeordneten, aufgrund der Überdeckung stärker angepreßten Rauheitserhebungen zu stark zusammengepreßt werden, wird erfindungsgemäß die Rauhtiefe in dem Bereich der Rauzone, der der Dichtkante näher liegt, größer ausgeführt als in größerer Entfernung von der Dichtkante. Der Dichtring wird deshalb vorzugsweise so ausgeführt, daß die Rauhtiefe der Rauzone von der Dichtkante aus gesehen zur niederdruckseitigen Anlagefläche hin abnimmt.

Bei einer bevorzugten Ausführung des Dichtrings, bei der die Rauzone aus einer Vielzahl von Kuppen besteht, die jeweils um die Höhe (H) aus einer ansonsten im wesentlichen glatten Rückenfläche herausragen, wird die Höhe (H) vorzugsweise so abgestuft, daß sie von der Dichtkante zur niederdruckseitigen Anlagefläche hin abnimmt.

Mit der Rauzone wird erfindungsgemäß zugleich die effektive Berührfläche und damit die Reibung im Vergleich zu einer bislang üblichen glatten Rückenfläche wesentlich verkleinert. Der Schleppdruck stabilisiert die Hohlräume. Auf diese Weise wird die radiale Anpressung des Dichtrings hydrodynamisch durch den von der Gleitfläche erzeugten Schleppdruck kompensiert. Zudem wird in den zwischen den Rauheitserhebungen verbleibenden Hohlräumen dauernd Flüssigkeit gespeichert. Dadurch werden auch die an der Gleitfläche anliegenden Rauheitserhebungen des Dichtrings bereits bei geringfügiger axialer Verschiebung der Gleitfläche geschmiert. Aus diesen Gründen wird die Haftreibung, die Gleitreibung und insbesondere auch die Neigung zum Ruckgleiten (Stick-Slip) des erfindungsgemäßen Dichtrings entscheidend vermindert.

Die Rauzone besteht bei Dichtringen aus Elastomer, insbesondere solchen aus Polyurethan oder Nitril-Butadien-Kautschuk, erfindungsgemäß aus ungleichmäßigen oder gleichmäßigen Rauheitserhebungen der Rückenfläche. Damit die hydrodynamische Rückförderung über den ganzen Umfang des Dichtrings wirksam wird, ist die Rauzone vorzugsweise ringförmig in sich geschlossen. Im Hinblick auf gute statische und dynamische Dichtwirkung ist es vorteilhaft, wenn der Dichtring an der abgeplatteten Dichtkante und in ihrer unmittelbaren Nähe möglichst dicht an der Gleitfläche anliegt. Vorzugsweise ist zu diesem Zweck die gemittelte Rauhtiefe  $R_z$  der Rückenfläche in unmittelbarer Nähe der Dichtkante kleiner als 10 Mikrometer, das heißt, die Rauzone erstreckt sich nicht über die gesamte Rückenfläche. Eine ausreichende statische Dichtigkeit bei zugleich sehr günstiger Rückförderwirkung erreicht man erfindungsgemäß aber auch dadurch, daß die Rauzone direkt an die Dichtkante angrenzt und die auf der Seite des abzudichtenden Raumes unmittelbar an die Dichtkante angrenzende, bei der Anpressung des Dichtrings an die Gleitfläche teilweise abgeplattete, Oberfläche des Dichtrings glatt ist. Im letzteren Fall ist demnach die gesamte Rückenfläche zugleich Rauzone.

Eine ebenfalls bevorzugte Methode der Herstellung der Rauzone besteht darin, daß das Negativ der Rauzone mittels elektroerosiver Bearbeitung in das Formwerkzeug, mit dem der Dichtring geformt wird, eingearbeitet ist. Ein gutes Abdichtverhalten wird erfindungsgemäß erreicht, wenn die Klasse K der Rauheit der Rauzone gemäß VDI-Richtlinie 3400 mindestens den Wert 25 hat. Vorzugsweise wird der Dichtring im Bereich der Klassen von 25 bis 45 ausgeführt. Eine weitere besonders günstige Fertigungsmethode zur Herstellung von Rauheitserhebungen nahezu beliebiger Formgebung auf der Rückenfläche des erfindungsgemäßen Dichtrings besteht darin, daß das Negativ der Rauzone mittels Laserstrahlbearbeitung in das Formwerkzeug, mit dem der Dichtring geformt wird, eingearbeitet ist.

Um zu verhindern, daß der unter hohem Druck radial deformierte und sich dadurch niederdruckseitig an die Gleitfläche anlegende Dichtring die Gleitfläche mit einem glatten Teil seiner Anlagefläche berührt, ist vorzugsweise auch ein an die Rückenfläche angrenzender Teil der Anlagefläche des Dichtrings oder eine Über-

gangsfläche zwischen der Rückenfläche und der Anlagefläche mit der erfindungsgemäßen Rauheitsstruktur versehen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Reihe von in Zeichnungen dargestellten, beispielsweise Ausführungsformen erläutert. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 einen Querschnitt eines Dichtrings mit den erfindungsgemäßen Merkmalen.

Fig. 2 einen Querschnitt des Dichtrings gemäß Fig. 1 im Betriebszustand zusammen mit anderen Bauteilen des Dichtsystems.

Fig. 3 einen Querschnitt einer als Nutring bezeichneten Bauform des Dichtrings mit den erfindungsgemäßen Merkmalen.

Fig. 4 einen Querschnitt einer als Dichtkantenring bezeichneten Bauform des Dichtrings mit den erfindungsgemäßen Merkmalen.

Fig. 5 einen Teilschnitt durch die Rauhzzone mit einzelnen Rauheitserhebungen.

Fig. 1 zeigt im Querschnitt einen Dichtring 1, die Dichtkante 11, die Rückenfläche 3 mit der Rauhzzone 5, die Anlagefläche 2 mit einer ebenfalls rauhen Zone 52 und eine im Betriebszustand dem abzudichtenden Raum zugewandte kegelige Stirnfläche 12.

Fig. 2 zeigt den Dichtring gemäß Fig. 1, eingebaut in eine Nut des Maschinenteils 9 (Kolben oder Gehäuse), den die abzudichtende Flüssigkeit enthaltenden Raum 91, das relativ zum Maschinenteil 9 axial bewegbare Maschinenteil 41 mit der Gleitfläche 4, an der der Dichtring mit der Dichtkante, der Rückenfläche und deren Rauhzzone anliegt.

Fig. 3 zeigt im Querschnitt einen üblicherweise als Nutring bezeichneten Dichtring 1, die Dichtkante 11, die Rückenfläche 3 mit der Rauhzzone 5 und die Anlagefläche 2. Wie bei Nutringen üblich, hat die Rückenfläche nahe der Dichtkante einen kegeligen Teil an den sich ein zylindrischer Teil anschließt der mit einer Phase zur Anlagefläche übergeht. Beim Dichtring nach Fig. 3 ist ein erster Teil der Rückenfläche in der Nähe der Dichtkante "glatt", daran schließt sich die Rauhzzone 5 an, die sich über den zylindrischen Teil bis über die Phase der Rückenfläche erstreckt. Die dem abzudichtenden Raum zugewandte kegelige Stirnfläche 12 ist ebenfalls "glatt". "Glatt" bedeutet hier, daß die Rauheit im Vergleich zur Rauhzzone wesentlich kleiner ist.

Fig. 4 zeigt im Querschnitt einen als Dichtkantenring, handelsüblich als Stepseal bezeichneten Dichtring 1, die Dichtkante 11, die Rückenfläche 3 mit der Rauhzzone 5, die Anlagefläche 2. Wiederum sind ein Teil der Rückenfläche 3 in der Nähe der Dichtkante und die kegelige Stirnfläche 12 "glatt".

Fig. 5 zeigt schließlich einen Teilschnitt durch eine Rauhzzone. Die Rauheitserhebungen werden gebildet von Kuppen 71, 72, die aus der "glatten" Rückenfläche 3 herausragen, wobei jede Kuppe sich innerhalb einer der Rückenfläche annähernd am Kuppenrand schneidenden, kugelförmigen, den Durchmesser D1, D2 aufweisenden Hüllfläche 81, 82 befindet, wobei die Hüllflächen benachbarter Kuppen voneinander den Abstand A haben und die Kuppen um die Höhe H aus dem mittleren Profil der zwischen den Kuppen "glatten" Rückenfläche herausragen.

In Betracht gezogene Druckschriften:

/1/ Abdichtung bewegter Maschinenteile, Waiblingen 1990, Medienverlag U.Müller ISBN 3-920484-00-2  
/2/ DE-OS 20 23 675

/3/ Müller, H.K.: Konstruktionselemente mit ungewöhnlichen Reibungszahlen, Tribologie + Schmierungstechnik 30, H.3, S. 76—81

/4/ COMPACT-Stangendichtung, Maßreihe S 39, Firmendruckschrift "Merkel-Dichtelemente", Martin Merkel GmbH & Co KG, Hamburg, April 1987, S 51.

#### Patentansprüche

1. Dichtring (1) für hydraulische Kolben oder Kolbenstangen aus Elastomer-Werkstoff mit einer ringförmigen Dichtkante (11) und einer zwischen der Dichtkante und einer niederdruckseitigen Anlagefläche (2) angeordneten Rückenfläche (3), wobei im Betrieb die Dichtkante und mindestens ein Teil der Rückenfläche die relativ zum Dichtring axial bewegbare Gleitfläche (4) des Kolbens oder der Kolbenstange berühren und mindestens ein Teilbereich (5) der den Kolben oder die Kolbenstange berührenden Rückenfläche Kuppen (71, 72) aufweist, wobei die Rückenfläche zwischen den Kuppen glatt ist, dergestalt, daß sie gemäß DIN 4762/ISO 4287/1 eine gemittelte Rauhtiefe  $R_z$  von weniger als 10 Mikrometer aufweist, und daß die Kuppen bildende Material identisch ist mit dem Material des Dichtrings und einheitlich mit diesem zusammenhängt, dadurch gekennzeichnet, daß jede Kuppe sich innerhalb einer das mittlere Profil (31) der Rückenfläche annähernd am Kuppenrand schneidenden, kugelförmigen Hüllfläche (81, 82) befindet, daß der Durchmesser (D1, D2) der Hüllfläche zwischen 30 und 400 Mikrometer beträgt, daß die Höhe (H), um die jede Kuppe aus dem mittleren Profil der Rückenfläche zwischen den Kuppen herausragt, mindestens 20 Mikrometer beträgt und daß der Abstand (A) zwischen den Hüllflächen ebenso groß bis dreimal so groß ist wie der Durchmesser der kleinsten angrenzenden Hüllfläche.
2. Dichtring nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe einer Kuppe annähernd so groß ist wie der Radius ihrer Hüllfläche.
3. Dichtring nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe (H) der Kuppen von der Dichtkante zur niederdruckseitigen Anlagefläche hin abnimmt.
4. Dichtring (1) für hydraulische Kolben oder Kolbenstangen aus Elastomer-Werkstoff mit einer ringförmigen Dichtkante (11) und einer zwischen der Dichtkante und einer niederdruckseitigen Anlagefläche (2) angeordneten Rückenfläche (3), wobei im Betrieb die Dichtkante und mindestens ein Teil der Rückenfläche die relativ zum Dichtring axial bewegbare Gleitfläche (4) des Kolbens oder der Kolbenstange berühren, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teilbereich (5) der den Kolben oder die Kolbenstange berührenden Rückenfläche rau ist, dergestalt, daß die Klasse K seiner Rauheit gemäß VDI-Richtlinie 3400 mindestens den Wert 25 aufweist und daß das die Rauheit bildende Material identisch ist mit dem Material des Dichtrings und einheitlich mit diesem zusammenhängt, derart, daß zwischen dem Dichtring und dem Kolben oder der Kolbenstange von der Stützwirkung der Rauheitserhebungen erzeugte, miteinander in Verbindung stehende Hohlräume gebildet werden, die zum Niederdruckraum hin offen, zum abzudichtenden Raum jedoch abgeschlossen sind.
5. Dichtring nach Anspruch 4, dadurch gekenn-

zeichnet, daß der Wert der Klasse K der Rauheit von der Dichtkante zur niederdruckseitigen Anlagefläche hin abnimmt.

6. Dichtring nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Negativ des rauhen Teilbereichs (5) mittels elektroerosiver Bearbeitung in das Formwerkzeug, mit dem der Dichtring geformt wird, eingearbeitet ist. 5

7. Dichtring nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Negativ des die Kuppen aufweisenden, beziehungsweise rauhen Teilbereichs (5) mittels Laserstrahlbearbeitung in das Formwerkzeug, mit dem der Dichtring geformt wird, eingearbeitet ist. 10

8. Dichtring nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem die Kuppen aufweisenden beziehungsweise rauhen Teilbereich (5) und der Dichtkante ein glatter Bereich der Rückenfläche befindet, der gemäß DIN 4762/ISO 4287/1 eine gemittelte Rauhtiefe  $R_z$  von weniger als 10 Mikrometer aufweist. 15 20

9. Dichtring nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der die Kuppen aufweisende, beziehungsweise rauhe Teilbereich (5) an die Dichtkante angrenzt und daß die auf der Seite des abzudichtenden Raumes unmittelbar an die Dichtkante angrenzende, bei der Anpressung des Dichtrings an die Gleitfläche teilweise abgeplattete Stirnfläche (12) des Dichtrings eine gemäß DIN 4762/ISO 4287/1 gemittelte Rauhtiefe  $R_z$  von weniger als 10 Mikrometer aufweist. 25 30

10. Dichtring nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich mindestens ein Teilbereich (52) der Anlagefläche gemäß den Definitionen in einem der Ansprüche 1 oder 4 Kuppen aufweist beziehungsweise rauh ist. 35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

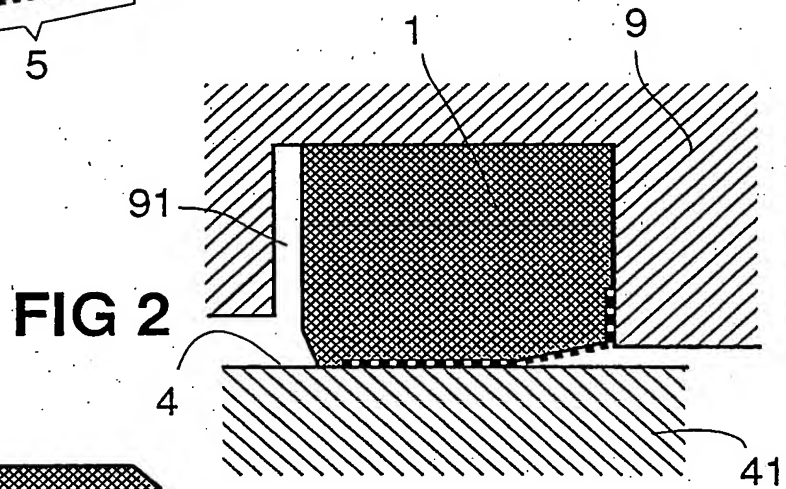
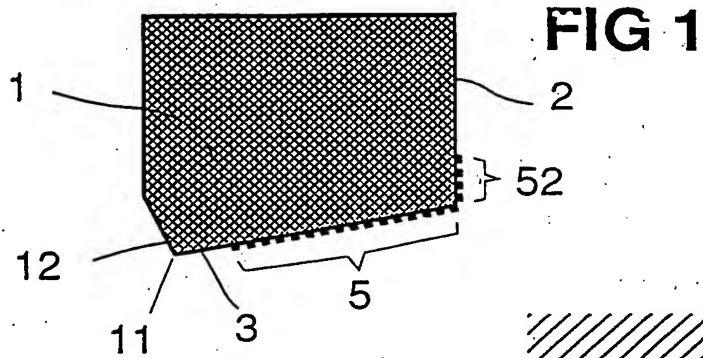
50

55

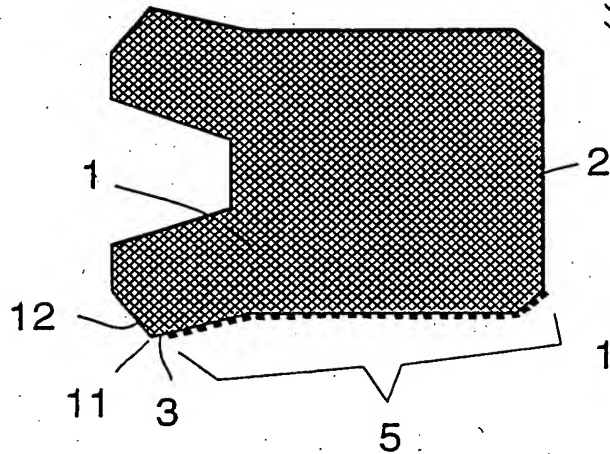
60

65

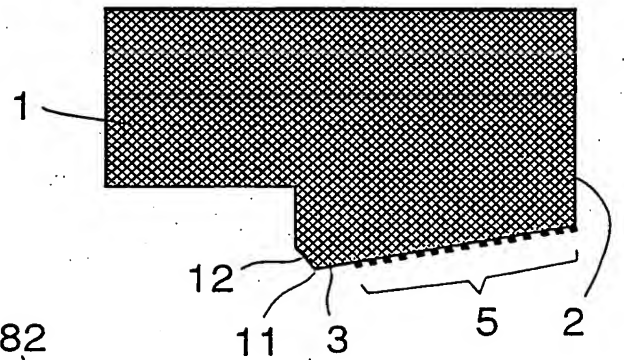




**FIG 3**



**FIG 4**



**FIG 5**

